中厚板轧机10m支承辊锻造工艺研究

中信重工大型铸锻件工程技术研究中心 （河南 471039） 李昌义 赵俊伟 秦红付 刘 旺

【摘要】针对3500mm中厚板轧机支承辊锻件特点，通过数值模拟对工艺参数进行分析优化，采用两次镦粗+WHF法进行锻造，保证了支承辊的质量和技术要求，同时为公司大型支承辊锻件的锻造积累了经验。

中厚板轧机是我公司生产的重点产品，尤其是近年来冶金行业中的轧机设备已开始向着大型化、高速化、连续化及自动化的方向发展，中厚板轧机得到迅速的发展。而大型支承辊作为中厚板轧机的主要受力部件，直接影响着钢板板形质量，其设计功能及制造技术要达到高的强度和稳定的刚度，以满足耐磨使用性。这就使其尺寸不断增大，其中3500mm中厚板轧机支承辊直径已经超过2000mm，重量达到百吨以上。如何使大型支承辊用钢锭充分锻透，满足超声波检测要求，对提高大型支承辊的制造水平和企业的经济效益具有重要意义。通过介绍我公司为某企业锻造3500mm轧机支承辊的生产过程，对大型支承辊的锻造工艺技术进行了初步研究。

1. 3500mm中厚板轧机支承辊工艺难点

该3500mm中厚板轧机支承辊规格大、质量要求高。首先，零件净重达115.25t，毛坯重量达158.4t，毛坯尺寸为ϕ2060mm×3860mm×10080mm（见图1）。其次，辊身硬度要求50~55HSD，淬硬层深度≥90mm，辊颈硬度47~52HSD，辊身硬度均匀性≤3HSD。再次，无损检测按JB /T4120－2006标准执行。最后，金相组织检验要求，100倍不得有气孔、夹杂、疏松及裂纹等缺陷；500倍时碳化物分布均匀，表面呈压应力状态。

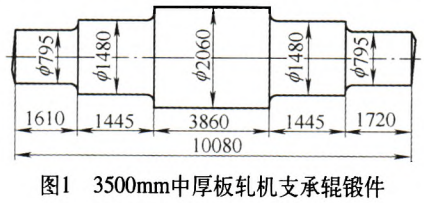

图1 3500mm中厚板轧机支承辊锻件

随着支承辊的大型化发展，质量要求的不断提高，其制造难度越来越大，给冶炼浇注的工艺设计及其操作性带来很大难度，如成分偏析严重、夹杂物集中及过大、氢气含量控制要求低等；支承辊锻造技术更加复杂，要有合理的锻造工艺，以打碎碳化物、锻合疏松和空洞，达到细化组织，改善夹杂物在钢中的分布，以及不萌生新的裂纹源的锻造目的，使支承辊锻件具有较高的力学性能和抗疲劳性能。

2. 3500mm中厚板轧机支承辊的锻造工艺过程

大型支承辊制造工艺流程为：备料→粗炼钢液(电炉) →钢包精炼→真空铸锭→压机锻造→锻后热处理→粗加工→超声波检测→预备热处理(调质) →半精加工→差温淬火→回火→精加工→超声波检测→包装、发运。

（1）3500mm支承辊工艺方案及数值模拟 随着大型支承辊截面的不断增大，所用钢锭也不断增大，其内部不可避免地存在疏松、空洞及碳化物偏析等冶金缺陷。为了锻合钢锭内部的冶金缺陷，锻造工作者研究成功并已应用于大型锻件生产有FM法、WHF法、KD法、SUF法、JTS法等。由于本次要生产的3500mm支承辊的辊身毛坯直径达到ϕ2000mm以上，所用钢锭总钢液达到了300t，为了能够保证整个截面的充分锻透，根据我公司

的具体情况，采用两次镦粗和WHF法拔长的锻造工艺。两次镦拔可使坯料轴向和径向的变形基本相等，为控制钢中夹杂物形态及氢的分布提供了有利的条件；使钢锭浇冒口充分鼓出，利于切除缺陷，避免浇口沉积堆和冒口缩孔残余留在锻件内，并防止锻件粗晶；同时，通过钢锭在两次镦粗前的高温保温，也能取得使坯料组织均匀化、高温扩散及缺陷修复等作用。

根据3500mm支承辊的锻造工艺数据，以两次镦拔的工艺原理为基础，对其主变形进行了仿真模拟，分析锻件在拔长过程中应力应变状态，指导锻造生产。

由图2等效应变分析可知，在对300t钢锭进行两次镦粗和WHF法拔长后，在外形上达到了拔方后的结果，心部的等效应变达到2.0，钢锭心部得到了充分的变形，达到压实的效果。

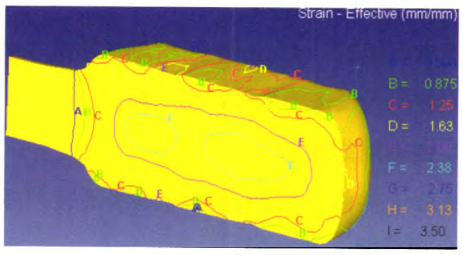

图2　3500mm中厚板轧机支承辊锻件内部等效应变分布

由图3等效应力分析可知，最后一次拔方后，锻件心部轴向应力基本保持在－5.88～－2.25MPa，部分甚至在－9.50～－5.88MPa，锻件心部完全处于压应力状态；只有表面的轴向应力为拉应力，但其值较小。该锻造法拔长能够充分地锻透钢锭。

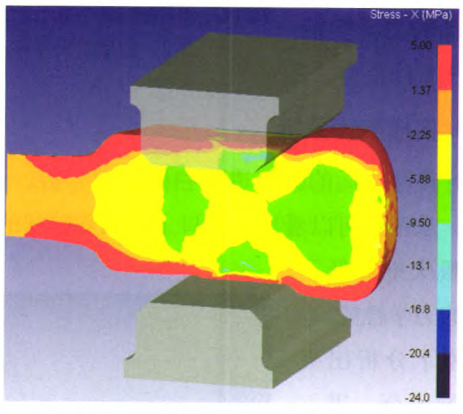

图3　3500mm中厚板轧机支承辊锻件心部轴向应力分布

由以上模拟结果分析知，我们所选择的两次镦拔及锻造工艺参数能够满足使钢锭内部充分地压实，能够充分地打碎粗大晶粒，细化组织，改善夹杂物的存在状态，以满足检测及技术要求。

（2）3500mm支承辊的生产过程　首先是钢锭预拔长，增加长度，以满足镦粗时的镦粗比达到2.0，有利于钢锭内部缺陷的锻合和修复；其次是镦粗，以增大钢锭直径，使拔长时的锻造比达到3.0以上；最后一火次，锻造比要求≥1.6，以有利于进一步打碎粗大碳化物，细化晶粒。为了能够满足操作机夹持，在预拔长之前，需气割浇冒口进行减重。

锻造工艺为：第1火为钢锭整体预拔长，压钳口。第2火为镦粗至H=2210mm，ϕ4000mm、WHF锻造法拔方至2350mm。第3火为镦粗至H=2210mm、ϕ3900mm，WHF锻造法拔方至2300mm。第4~5火：操作机与翻钢机合作，使用1400mm上下V型砧进行滚拔，锻出毛坯（见图4）。

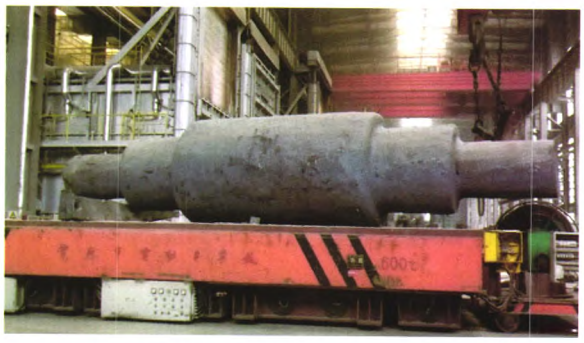

图4　3500mm中厚板轧机支承辊锻件毛坯

（3）锻造生产结果　我公司锻造生产了两支3500mm中厚板轧机支承辊，经过锻件检验、超声波检测及高低倍显微镜检验，锻件表面及内部质量均满足基本的技术要求。采用两次镦拔的锻造方法能够充分地锻透压实，并使钢锭内部得到充分的变形，使用的锻造工艺合理有效，与仿真模拟结果相符合，达到了预期结果。

3. 结语

（1）利用数值模拟对锻造工艺进行分析，优化工艺参数，确定了3500mm中厚板轧机支承辊的锻造工艺方案。

（2）采用两次镦粗加WHF法拔长的锻造工艺，可以达到钢锭内部压实的效果，成功锻造两支3500mm中厚板轧机支承辊。

（3）通过3500mm轧机大型支承辊的工艺研究和实践，为我公司今后生产更大的支承辊积累了丰富的经验。**MW**　　（20121130）